

PAT-NO: JP408318390A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08318390 A
TITLE: ABLATION DEBRIS REMOVING DEVICE
PUBN-DATE: December 3, 1996

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
SUZUKI, KENKICHI
MATSUDA, MASAAKI
OGINO, TOSHIO

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
HITACHI LTD N/A

APPL-NO: JP07128167
APPL-DATE: May 26, 1995

INT-CL (IPC): B23K026/14, H01S003/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To highly speedily and efficiently remove debris by providing a vacuum suction device having a suction nozzle at a position facing to a ablation machining part, sucking the debris generated caused on the ablation and removing them.

CONSTITUTION: A vacuum suction device is provided at a position facing an ablation machining part which is irradiated with an excimer laser beam, it is installed near the machining range of an object to be machined and it is positioned at a position so that the raising velocity of a plume is minified and the debris A is sucked with a suction nozzle 1. The opening shape of the suction nozzle 1 is made suitably in the form of a cylinder, an ellipse, a rectangle or a slit, etc. Therefore, the excimer laser beam equipment without sticking the debris on the front face of the object to be machined or without reducing the energy of the following laser pulse is obtained.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-318390

(43)公開日 平成8年(1996)12月3日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

B 2 3 K 26/14

B 2 3 K 26/14

A

H01S 3/00

H01S 3/00

B

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-128167

(22)出願日 平成7年(1995)5月26日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 鈴木 堅吉

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立

製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 松田 正昭

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立

製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 萩野 利男

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立

製作所電子デバイス事業部内

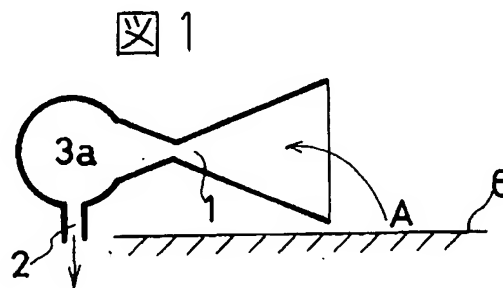
(74)代理人 弁理士 武 顯次郎

(54) 【発明の名称】 アブレーションデブリス除去装置

(57) 【要約】

【目的】アブレーション加工の対象となる全ての被加工材料とエキシマレーザー光の入射エネルギーに対して、アブレーション加工プロセスにおいてリアルタイムでデブリスを除去する装置を提供する。

【構成】エキシマレーザ光を照射するアブレーション加工部に臨んだ位置に吸引ノズル1を有する真空吸引装置を具備し、前記アブレーションで生じたデブリスAを吸引して除去する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】エキシマレーザー光を照射するアブレーション加工部に臨んだ位置に真空吸引装置を具備し、前記アブレーションで生じたデブリを吸引して除去することを特徴とするアブレーションデブリ除去装置。

【請求項2】請求項1において、前記真空吸引装置が、少なくとも1つの管状ノズルを有し、前記アブレーションによるブルームの速度が真空吸引の流速より遅くなる被加工物上の位置に設置してなることを特徴とするアブレーションデブリ除去装置。

【請求項3】請求項1において、前記真空吸引装置が、アブレーション加工部を囲む環状の吸引ノズルを有し、前記アブレーションによるブルームの速度が真空吸引の流速より遅くなる被加工物上の位置に設置してなることを特徴とするアブレーションデブリ除去装置。

【請求項4】請求項1において、前記真空吸引装置が、エキシマレーザー光を透過する石英材よりなる入射窓と、被加工物のアブレーション加工部の領域より略2mm以上広くかつ前記入射窓と対向する出口を有する底板と、排気系に接続する排気口と、前記入射窓と前記底板との間の空間と前記排気口の間で前記エキシマレーザー光の光路から外れた部分での流速が25m/s以上となるノズル状構造を備え、前記底板を前記被加工物から略1mm以下の間隔をもって設置してなることを特徴とするアブレーションデブリ除去装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、エキシマレーザー光のアブレーション現象を利用して被加工物を非接触で精密加工するアブレーション加工において生じるデブリを除去するためのアブレーションデブリ除去装置に関する。

【0002】

【従来の技術】非接触の精密加工方法として、エキシマレーザー光のアブレーション現象を利用する加工方法が知られている。

【0003】従来、このエキシマレーザー光を用いたアブレーション加工はマイクロマシニングの分野に主として適用されているが、アブレーションで発生する加工生成物であるデブリは加工後に被加工物を洗浄するか、または加工材料に応じて、ヘリウム等の不活性雰囲気中で加工するか、あるいは酸素雰囲気中で加工することによって低減している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記従来の技術においては、アブレーションによって発生するデブリを完全に除くことは困難である。特に、被加工物に再付着したデブリを除去することは難しい。

【0005】さらに、デブリの形態は材料の種類や入射エネルギーの強度によって、気体状のものから数μm

程度の大きさの粒子に至るまでの広範囲の形態で分布しており、加工後の洗浄も発生したデブリの形態によって種々の方法を考えねばならない。

【0006】また、ヘリウム雰囲気中での加工では、アブレーションのブルーム（爆発雲）の噴出速度が空気中の速度よりもより速いためにデブリが遠くに分散され、見掛け上デブリが減少したように見える。これは、酸素雰囲気中では、発生したデブリが酸化され気体状になる結果と考えられる。

10 【0007】上記したヘリウム、あるいは酸素の雰囲気中での加工が効果を持つのは比較的限られた材料の加工においてのみであり、あらゆる材料の加工において有効であるわけではない。

【0008】さらに、考慮すべき本質的な点は、高速の加工を行うためにエキシマレーザーの発振周波数を大きくして行くと、先行するエキシマレーザーパルスによって生じたブルームがまだエキシマレーザーの光路中に存在している状態で後続のエキシマレーザーによるアブレーションが実行されることになるために、当該後続するアブレーションのためのエキシマレーザーにエネルギー損失を招くという問題がある。

【0009】このような理由から、アブレーションにより発生したブルームを高速で除去することが、単にデブリを除くという以上に重要な課題となっている。

【0010】本発明の目的は、上記従来技術の諸問題を同時に解決することにより、アブレーション加工の対象となる全ての被加工材料とエキシマレーザー光の入射エネルギーに対して、アブレーション加工プロセスにおいてリアルタイムでデブリを除去する装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、下記的手段によりエキシマレーザー光によるアブレーション加工装置（現像機、剥離機、マイクロマシニング加工機等）に付属して用い、アブレーションで生じたデブリを排気系で吸引することにより除去することを特徴とする。

【0012】（手段1）管状のノズルを単数または複数、またはエキシマ光による加工領域を囲む環状の吸引ノズルをブルームの速度が吸引の流速より遅くなる被加工物上の位置に設定して用いる。

【0013】（手段2）エキシマレーザー光を透過する石英材等よりなる入射窓と、この入射窓に対向して被加工物の加工領域に近接した開口を有する底板と、排気系に接続する排気口と、前記入射窓と前記底板の間の空間と前記排気口の間に形成したノズル構造を備えた。

【0014】すなわち、請求項1に記載の第1の発明は、エキシマレーザー光を照射するアブレーション加工部に臨んだ位置に真空吸引装置を具備し、前記アブレーションで生じたデブリを吸引して除去することを特徴

とする。

【0015】また、請求項2に記載の第2の発明は、第1の発明における真空吸引装置が、少なくとも1つの管状ノズルを有し、前記アブレーションによるブルームの速度が真空吸引の流速より遅くなる被加工物上の位置に設置してなることを特徴とする。

【0016】さらに、請求項3に記載の第3の発明は、第1の発明における真空吸引装置が、アブレーション加工部を囲む環状の吸引ノズルを有し、前記アブレーションによるブルームの速度が真空吸引の流速より遅くなる被加工物上の位置に設置してなることを特徴とする。

【0017】そして、請求項4に記載の第4の発明は、第1の発明における前記真空吸引装置が、エキシマレーザー光を透過する石英材よりなる入射窓と、被加工物のアブレーション加工部の領域より略2mm以上広くかつ前記入射窓と対向する出口を有する底板と、排気系に接続する排気口と、前記入射窓と前記底板との間の空間と前記排気口の間で前記エキシマレーザー光の光路から外れた部分での流速が25m/s以上となるノズル状構造を備え、前記底板を前記被加工物から略1mm以下の間隔をもって設置してなることを特徴とする。

【0018】

【作用】エキシマレーザー光の照射によるアブレーションは、高いエネルギー密度を持つ紫外エキシマレーザー光が物質に照射されると、当該レーザー光の当たった部分の物質が光分解して飛散する現象と定義される。

【0019】従って、このアブレーション現象を利用し、例えば、あるパターンをマスクにして、これをエキシマレーザー光で照明し、被加工物の表面に結像すれば、上記のマスクパターンの通りの形状が表面加工物の表面に形成されることになる。

【0020】可視光以上の波長のレーザー光では、レーザー光の照射による物質の分解は、主として熱過程（熱分解）によって起こるが、エキシマレーザー光を用いた場合は、特に多くの有機物に対しては化学結合を直接切断する非熱過程により分解するため、現状では主としてマイクロマシニング等の超精密加工の分野で利用されている。

【0021】実際には、このエキシマレーザー光のアブレーション現象を利用した加工技術は、上記マイクロマシニングの分野のみならず、TFT等の製造における薄膜成形プロセスにも適用することが可能であり、アブレーションに適したレジスト材を選ぶことにより、従来のフォトリソグラフィ技術を用いた露光と現像のプロセスを同時に行うことができるアブレーション現象、同じくアブレーション剥離等への応用も考えられている。

【0022】アブレーション現象は20～30nsのパルス幅のエキシマレーザー光が高エネルギー密度で物質を光分解するので、一種の爆発現象と理解される。

【0023】図6はエキシマレーザー光のパルスにディレイ同期した色素レーザー（パルス幅約5ns）によるアブレーション現象のシャドウグラフを模式的に示すアブレーション現象の説明図であって、15a～15fはエキシマレーザー光の照射により生じたデブリの振る舞いの概念形状、16、16'はショックウェーブ、17は被加工物を示す。

【0024】図はノボラック系の樹脂に248nm、100mJ/cm²のエキシマレーザー光を照射した場合である。

【0025】まず、被加工物17の表面上記のエキシマレーザー光を照射すると、(a)に示すように被加工物17のエキシマレーザー光の照射領域からデブリが放出された初期状態の浮き上がり15aが生じる。

【0026】放出された気体または軽い微粒子からなるデブリによってショックウェーブ16が形成される。

【0027】ショックウェーブ16のフロントの速度は、0.2～0.4μs以下のディレイ時間では1.5km/s程度の超音速であるが、これが(b)の1μs後になると通常の音速のレベルのショックウェーブ16'となる。

【0028】このショックウェーブのウェーブフロントの内側は高い圧力で、これによりデブリ15bの主体である比較的重い粒子が抑え込められているが、(c)の10μs位の経過時点では内部の圧力が急激に減少するためにデブリ15cは上昇を始め、(d)の20μs位後から所謂ブルームと呼ばれる茸雲状の噴煙15dが観察される。

【0029】このブルーム15dは、時間の経過に従って(e)の15e、(f)の15fのように形成される。

【0030】このブルームの空気中での上昇速度、および高さは前記の条件で、100μsのディレイタイムにおいて、各々20m/s、および約3mmである。入射エネルギー密度が300mJ/cm²の場合、アブレーションのレートは約3倍となるが、ブルームの高さ、上昇速度は高々1.5倍程度である。

【0031】以上のアブレーション現象の挙動は被加工材料によって少しずつ異なり、明確な茸雲状の噴煙が観察されないといった様な変化はあり、特に定量的な値は当然材料によって変わってくるが、上記は300mJ/cm²以下の一つの目安である。

【0032】すなわち、上記第1の発明において、エキシマレーザー光を照射するアブレーション加工部に臨んだ位置に前記アブレーションで生じたデブリを吸引して除去する真空吸引装置を具備することにより、被加工物の表面に当該デブリが付着したり、後続のレーザーパルスのエネルギーを減殺させることがない。

【0033】また、上記第2の発明において、少なくとも1つの管状ノズルを有し、前記アブレーションによる

5

ブルームの速度が真空吸引の流速より遅くなる被加工物上の位置に第1の発明の真空吸引装置を設置したことにより、デブリスが効率よく除去される。

【0034】さらに、上記第3の発明において、アブレーション加工部を囲む環状の吸引ノズルを有し、前記アブレーションによるブルームの速度が真空吸引の流速より遅くなる被加工物上の位置に第1の発明の真空吸引装置を設置したことにより、デブリスがさらに効率よく除去される。

【0035】そして、上記第4の発明において、第1の発明の前記真空吸引装置をエキシマレーザー光を透過する石英材よりなる入射窓と、被加工物のアブレーション加工部の領域より略2mm以上広くかつ前記入射窓と対向する出射口を有する底板と、排気系に接続する排気口とから構成し、前記入射窓と前記底板との間の空間と前記排気口の間で前記エキシマレーザー光の光路から外れた部分での流速が25m/s以上となるノズル状構造を備えたものとし、前記底板を前記被加工物から略1mm以下の間隔をもって設置したことにより、デブリスがさらに効率よく除去される。

【0036】

【実施例】以下、本発明によるアブレーションデブリス除去装置の実施例につき、図面を参照して詳細に説明する。

【0037】図1は本発明によるアブレーションデブリス除去装置の第1実施例の構成を説明する模式図であって、1は吸引ノズル、2は図示しない真空ポンプに連通する排気部、3cは吸引バッファ空間、6は被加工物である。

【0038】この実施例は本発明の基本構成である一本の吸引ノズル1を有する構成であり、これを被加工物の加工領域に近接し、かつブルームの上昇速度が十分小さくなる位置に設置して矢印に示したようにデブリスAの吸引を行う。

【0039】吸引ノズルの開口形状は円筒状、楕円状、矩形状、あるいはスリット状等、被加工物の材料、エキシマレーザー光加工装置の構成、使用エネルギー等に応じて適宜のものとする。

【0040】本実施例により、被加工物の表面に当該デブリスが付着したり、後続のレーザーパルスのエネルギーを減殺させることがないエキシマレーザー加工装置を提供できる。

【0041】なお、この構成としたものを加工領域の周りに複数個設置することによって吸引の効率を向上させることができる。

【0042】図2は本発明によるアブレーションデブリス除去装置の第2実施例の構成を説明する模式図であって、図1と同一符号は同一機能部分に対応する。

【0043】本実施例は、吸引ノズル1を被加工物の加工領域を周回して包囲するごとく開口したスリット状と

6

した環状としたものである。それぞれの吸引バッファ空間3aは連通させておくのが望ましく、排気部2は一箇所としてもよい。

【0044】本実施例により、デブリスの除去効果が向上し、被加工物の表面に当該デブリスが付着したり、後続のレーザーパルスのエネルギーを減殺させることがないエキシマレーザー加工装置を提供できる。

【0045】図3は本発明によるアブレーションデブリス除去装置の第3実施例の構成を説明する模式図であって、3a、3bは吸引容器を構成する側壁、4はエキシマレーザー光の入射窓、5は吸引容器を構成する底板、5aはレーザー光照射用の開口、図1と同一符号は同一機能部分に対応する。

【0046】同図はデブリスの吸引をさらに効率良く、かつ完全にブルームを除去するためには吸引領域を略々密閉するごとく囲む吸引容器構造としたものである。

【0047】すなわち、本実施例では、エキシマレーザー光の入射窓3と被加工物6にレーザー光を照射するための開口をもつ底部4および側壁3a、3bで吸引容器を構成している。吸引バッファ空間3aは連通されており、排気部2は一箇所としてもよい。

【0048】底板5の開口5aはできるだけ小さくすることが望ましいが、アブレーション時のショックウェーブフロントの動きを妨げない様にする必要があるため、被加工物6の加工領域の各縁から約2mm程度広い開口とするのが好適である。側壁3a、3bもレーザー光の照射を妨げないような形状とする。

【0049】また、入射窓4はエキシマレーザー光を透過させる材料、例えば石英板で形成し、その設置高さもショックウェーブフロントの到達距離よりも高くしておくことが肝要である。

【0050】さらに、底板5はアブレーション加工を施すべき被加工物6にできるだけ密に接近させ、かつその全体面積を大きくとることにより、吸引の効率をさらに向上できる。

【0051】これは、吸引容器内の圧力が低くなり、ショックウェーブフロントの速度が上がるためと考えられる。ただし、吸引においてはエキシマレーザー光の光路の気体の擾乱で屈折率の局所的な変動を起さない様な流速、流線を考慮する必要がある。

【0052】図4は本発明によるアブレーションデブリス除去装置の第4実施例の構成を説明する模式図であって、アブレーション加工装置に取り付けるためのより具体的な構造を示し、吸引バッファ空間3cは連通して排気部2に連絡し、13はアブレーションデブリス除去装置、図3と同一符号は同一機能部分に対応する。

【0053】同図において、吸引容器3の高さは65mm程度とし、この吸引容器3の底板5を被加工物の表面上に1mmの間隙で設置する。

【0054】エキシマレーザー光は入射窓4から入射

7

し、底板5の開口5aから被加工物に照射される。

【0055】アブレーションで生じたデブリスAは、矢印に示したように吸引ノズル1を通して吸引バッファ空間3cから排気部2に到り、図示しない真空ポンプで排気される。

【0056】この構成のアブレーションデブリス除去装置を用いたアブレーション加工装置でノボラック系樹脂のアブレーション加工をおこなった結果、2kHzのレーザー発振周波数に対し、吸引容器のない時と比較して約1.5倍のアブレーションレートを得ることができた。さらに、レーザー照射部の縁の微小部分を除いてデブリスを完全に除去することができた。

【0057】このように構成したことにより、アブレーション加工装置の加工部に容易に設置することができ、発生したデブリスを除去して高品質の加工を行うことが可能となる。

【0058】図5は図4に示したアブレーションデブリス除去装置をアブレーション加工装置に装着して液晶表示素子を構成するカラーフィルタ基板の加工に適用した構成例の説明図であって、6'は被加工物であるカラーフィルタ基板、7はカラーフィルタ層、7aはカラーフィルタ層に形成された不要な凸部、8はカラーフィルタ基板6'に移動テーブル、9はエキシマレーザー、10はエキシマレーザー光、11は均一化照明光学系、12は照射レーザー光、14は誘電体多層マスク、18は結像光学系である。

【0059】同図において、エキシマレーザー9は波長248nmのレーザー光10を発振し、インテグレートを含む均一化照明光学系11により、カラーフィルタ基板6'のカラーフィルタ層7の表面にある凸部7aの除去領域をカバーする開口を形成したエキシマ用誘電体多層膜マスク14上に2×50mm²のスリット状のマスクパターンを照明を行う。

【0060】このマスクパターンを1:1の結像光学系18でカラーフィルタ層7の表面に結像する。結像レンズのワーキングディスタンスは70mmで、この間に図4に断面を示すような高さが65mmの吸引容器に組み込んだアブレーションデブリス除去装置131mmの間隙で設置した。

【0061】デブリスの吸引は60リットル/分の排気能力を持つドライ真空ポンプを用いる。エキシマレーザー光の入射エネルギー密度300mJ/cm²である。

【0062】このように構成したアブレーション加工装置により、カラーフィルタ基板のカラーフィルタ層に形成された不要な凸部7aは除去されて平坦化されると共

8

に、加工により生じたデブリスがカラーフィルタ層に残留することがなく、高品質のカラーフィルタ基板を得ることができた。

【0063】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、高い繰り返し周波数で発振する高速のエキシマレーザー光を利用したアブレーション加工において発生したデブリスを、高速かつ高能率で除去することが可能となり、加工の高速化とクリーン化を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるアブレーションデブリス除去装置の第1実施例の構成を説明する模式図である。

【図2】本発明によるアブレーションデブリス除去装置の第2実施例の構成を説明する模式図である。

【図3】本発明によるアブレーションデブリス除去装置の第3実施例の構成を説明する模式図である。

【図4】本発明によるアブレーションデブリス除去装置の第4実施例の構成を説明する模式図である。

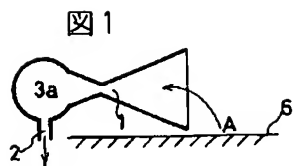
【図5】図4に示したアブレーションデブリス除去装置をアブレーション加工装置に装着して液晶表示素子を構成するカラーフィルタ基板の加工に適用した構成例の説明図である。

【図6】エキシマレーザー光のパルスにディレイ同期した色素レーザー（パルス幅約5ns）によるアブレーション現象のシャドウグラフを模式的に示すアブレーション現象の説明図である。

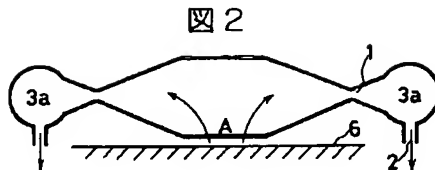
【符号の説明】

- 1 吸引ノズル
- 2 排気部
- 3 吸引容器
- 3a, 3b 吸引容器の側壁
- 4 レーザー光の入射窓
- 5 吸引容器の底板
- 6 表面加工物
- 6' カラーフィルタ基板
- 7 カラーフィルタ層
- 7a 凸部
- 8 移動テーブル
- 9 エキシマレーザー
- 10 エキシマレーザー光
- 11 均一化照明光学系
- 12 照射レーザー光
- 14 誘電体多層マスク
- 18 結像光学系。

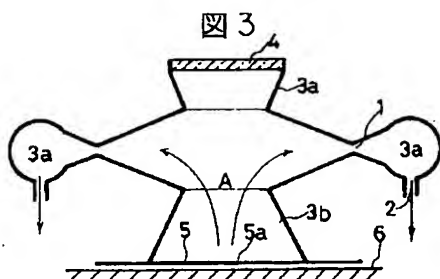
【図1】



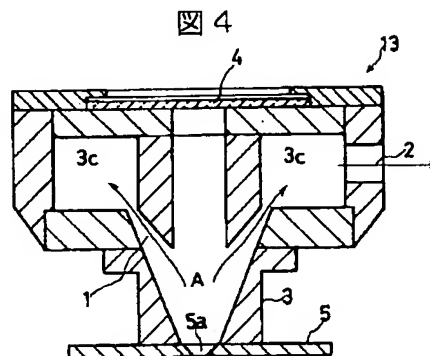
【図2】



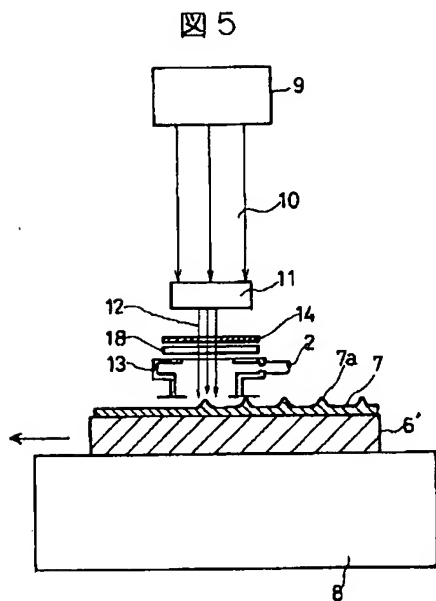
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

